

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010411639 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1995-312953/199541

XRPX Acc No: N95-236497

Moving object extraction method using background extraction -  
reconstructing background image by statistically processing temporal  
change of image feature parameter values for each sub- region within  
prescribed target region of frame over prescribed period of time

Patent Assignee: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP (NITE )

Inventor: ISHII K; SATO A; TOMONO A; TSUCHIKAWA M

Number of Countries: 005 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 671706	A2	19950913	EP 95103419	A	19950309	199541 B
JP 7302328	A	19951114	JP 9529220	A	19950217	199603
EP 671706	A3	19961211	EP 95103419	A	19950309	199707
<i>corr</i> <u>US 5748775</u>	A	19980505	US 95401972	A	19950309	199825
EP 671706	B1	19990616	EP 95103419	A	19950309	199928
DE 69510252	E	19990722	DE 610252	A	19950309	199935
			EP 95103419	A	19950309	
JP 3123587	B2	20010115	JP 9529220	A	19950217	200106

Priority Applications (No Type Date): JP 9529220 A 19950217; JP 9437438 A 19940309

Cited Patents: No-SR.Pub; 4.Jnl.Ref; JP 63194477; WO 9112584; WO 9203801

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 671706	A2	E	40	G06T-001/00	
Designated States (Regional): DE FR GB					
JP 7302328	A		1	G06T-001/00	
EP 671706	A3			G06T-001/00	
US 5748775	A		36	G06K-009/00	
EP 671706	B1	E		G06T-007/20	
Designated States (Regional): DE FR GB					
DE 69510252	E			G06T-007/20	Based on patent EP 671706
JP 3123587	B2		19	G06T-001/00	Previous Publ. patent JP 7302328

Abstract (Basic): EP 671706 A

The moving object extraction method involves storing temporal changes of image feature parameter values for sub-regions sub- dividing a frame of each input image, and reconstructing the background image by statistically processing a temporal change of the image feature parameter values for each sub-region within a prescribed target region of the frame over a prescribed period of time, to obtain the statistical value characterising the temporal change.

The method further involves estimating whether the temporal change is due to an illumination change according to the obtained statistical value, and a prescribed illumination change judging condition. A background image value is updated for each sub- region by a new background image value according to the image feature parameter values for each sub-region during the prescribed period of time.

USE/ADVANTAGE - Stably extracting moving object e.g automobile equally environment in which large illumination changes occur e.g outdoor site, and in environment incorporating gradual background change.

Dwg.4/22

Title Terms: MOVE; OBJECT; EXTRACT; METHOD; BACKGROUND; EXTRACT;  
RECONSTRUCT; BACKGROUND; IMAGE; STATISTICAL; PROCESS; TEMPORAL; CHANGE;

IMAGE; FEATURE; PARAMETER; VALUE; SUB; REGION; PRESCRIBED; TARGET; REGION  
; FRAME; PRESCRIBED; PERIOD; TIME  
Derwent Class: T01; W04  
International Patent Class (Main): G06K-009/00; G06T-001/00; G06T-007/20  
International Patent Class (Additional): G06K-009/46; G08B-013/194;  
H04N-007/18; H04N-007/26  
File Segment: EPI  
Manual Codes (EPI/S-X): T01-J10B3; W04-N05C5; W04-N05C9

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-302328

(43)公開日 平成7年(1995)11月14日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 1/00

H 0 4 N 7/18

K

G 0 6 F 15/ 62

3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平7-29220

(22)出願日 平成7年(1995)2月17日

(31)優先権主張番号 特願平6-37438

(32)優先日 平6(1994)3月9日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 土川 仁

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 佐藤 敦

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 伴野 明

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

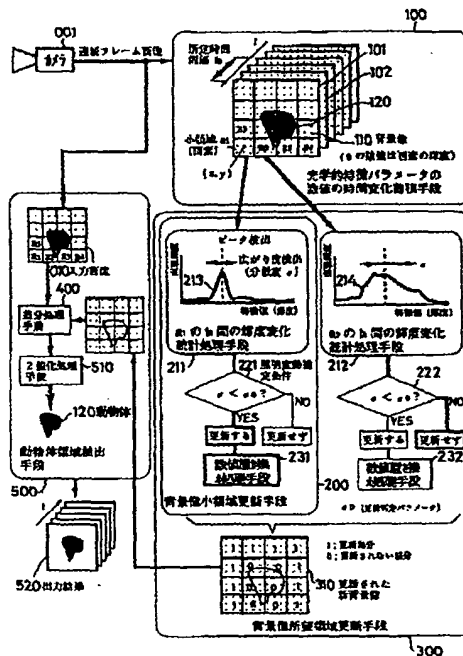
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 背景差分による動物体領域抽出方法

(57)【要約】

【目的】 屋外など照明変動が頻繁に起きる状況、および背景がゆっくり変化する状況でも差分処理を適用して、人物、車両などの動物体を安定に抽出できるようにすることを目的とする。

【構成】 画像が変化するとき、その変化が照明条件の変化によるのか、ゆっくりした背景変動によるのか、あるいは動物体が現れたことまたは通過したことによって生じたのかを小領域毎に統計的な手法で検出し、照明変動またはゆっくりした背景変動の場合にのみ背景像を適切に更新し、その背景像に基づいて差分処理および2値化処理を行うことにより動物体領域を抽出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像と背景像との差分処理により連続フレーム画像中から動物体領域を抽出する背景差分による動物体領域抽出方法において、

各フレーム画像中の位置  $(x, y)$  を含む小領域  $a_i$  を対象として該小領域における光学的特徴パラメータの数値の時間変化を蓄積する過程と、

前記数値の時間変化を所定時間間隔  $t_0$  で統計処理し、統計量が照明変動に起因すると推定される照明変動推定条件を満たしたときに、該小領域におけるこの時間内の数値を背景像の同じ小領域の数値と置き換え、新背景像として保持する背景像小領域更新処理を含み、該背景像小領域更新処理を画面全体または予め設定された画面所望領域の各位置に対して実行する背景像所望領域更新過程と、

前記逐次更新される背景像を用いて前記所望領域において入力画像との差分処理を行う過程と、

該差分処理画像に対して2値化処理を行い、得られた領域を動物体領域として抽出する過程とを有することを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項2】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における照明変動の推定を、対象とした小領域について、前記所定時間間隔で前記数値の頻度分布を求め、その頻度分布に関する統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を予め求めておいた照明変動に起因する統計的特徴量  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行うことを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項3】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における照明変動条件を満たしたときの小領域の数値置き換え処理では、前記頻度分布の極値または平均値に対応する小領域の数値を新背景像として保持することを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項4】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記小領域は画面中の画素であり、前記背景像所望領域更新過程で対象とする画面所望領域は画面中の1ラインまたはスリット状の領域であることを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項5】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における照明変動の推定を、対象とした小領域について、前記所定時間間隔で前記数値の頻度分布を求め、その頻度分布に関する統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を周辺の小領域における同様の統計的特徴量  $\sigma$  と相対比較して判断処理することにより行うことを特徴とする背景差分による動物体

領域抽出方法。

【請求項6】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記小領域の光学的特徴パラメータの数値の時間変化を記録する過程は、 $n$ 種類の光学的特徴パラメータの各数値を記録する過程であり、

前記背景像小領域更新処理は、対象とする小領域について、前記  $n$ 種類の光学的特徴パラメータの各数値を  $n$ 次元ベクトルとして表し、前記所定時間間隔  $t_0$  で得られたベクトル集合を統計処理し、統計量が照明変動に起因すると推定される照明変動推定条件を満たしたときに、該小領域におけるこの時間内の数値を背景像の同じ小領域の数値と置き換え、新背景像として保持する過程であることを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項7】 請求項6記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における照明変動の推定を、前記所定時間間隔  $t_0$  で得られたベクトル集合のフレーム間距離の頻度分布を求め、その頻度分布に関する統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を予め求めておいた照明変動に起因する統計的特徴量  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行うことを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項8】 請求項6記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における照明変動の推定を、前記小領域について予め照明変動に起因して変化する  $n$ 次元ベクトルの特性曲線を求めておき、その特性曲線と前記所定時間間隔  $t_0$  で得られたベクトル集合との距離の頻度分布を求め、該距離の平均値  $\mu$  または該頻度分布に関する統計的特徴量  $\sigma$  を求め、その距離の平均値  $\mu$  または統計的特徴量  $\sigma$  を予め求めておいた照明変動に起因する距離の平均値  $\mu_0$  または統計的特徴量  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行うことを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項9】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理において、照明変動推定条件を複数持ち、条件を満たしたときに該小領域の該時間内の数値を背景像の同小領域の数値と各条件に応じた方法で置き換え、新背景像として保持することを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項10】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記入力画像との差分処理を行う過程において、逐次更新される背景像と、光学的特徴パラメータの数値の時間変化を蓄積する手段に蓄積されている所定時間  $t_1$  前に入力された画像との差分処理を行うことを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項11】 請求項10記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記背景像小領域更新処理における数値の置き換えが、差分処理過程において用いられる所定時間 $t_1$ 、前の画像を中心とした時間 $t_2$ 、の間の該小領域の数値の平均との置き換えであることを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【請求項12】 請求項1記載の背景差分による動物体領域抽出方法において、

前記動物体抽出過程において2値化する際のしきい値を、光学的特徴パラメータの数値の時間変化を蓄積する手段に蓄積されている時間変化を所定間隔 $t_0$ で統計処理して得られた数値に更新するしきい値更新手段を有し、差分処理手段で作成された差分処理画像に対して該しきい値更新手段によって作られたしきい値を用いて2値化処理を行い得られた領域を動物体領域として抽出することを特徴とする背景差分による動物体領域抽出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、入力画像と背景像との差分処理により連続フレーム画像中から動物体領域を抽出する処理方法に関し、特に照明変動が生ずる環境においても安定して動物体領域を抽出することができる背景差分による動物体領域抽出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 画像処理による動物体抽出方法としては、(1)基準となる画像を背景像として蓄えておき、背景画像と入力画像との差情報を抽出し、しきい値により2値化して動物体領域を求める方法、(2)基準画像として直前のフレーム画像を用いてフレーム間差分情報を求め、2値化する方法、(3)基準画像と入力画像の変化点の対応を移動ベクトル算出などにより求め、移動している点の集合を動物体領域とする方法、(4)基準画像と入力画像の変化をある対象区域内での相関により求め、変化のある領域を動物体領域とする方法、(5)移動対象の認識(形状)を行った上で移動追跡を行う方法、などがある。

【0003】 中でも差分処理は、比較的簡単な処理で高速に抽出できる利点があり、工業部品検査・計測、車両計測、監視システムなどの分野でよく利用されている。

【0004】 図18(a)は、差分処理による動物体抽出処理方法を模式的に示したものである。図18(a)に示すように、動きのある物体の抽出は、背景のみからなる参照画像Yと最新の入力画像X<sub>i</sub>の差をとり、あるしきい値以上の差があった部分を動きのある動物体の領域と判定する。ここで、背景像が変化しない状況を仮定すれば、動物体は簡単に抽出できる。しかし、照明変化があると、参照する背景像はそれに応じて変化し、同様な処理では背景部分についても差分値が大きくなってし

まい、安定に動物体を抽出できないという問題があった。

【0005】 このため、差分処理では背景値の変化に対応した背景像を適切に更新しつつ動物体抽出処理を行うことが不可欠となる。すなわち、入力画像X<sub>i</sub>に対する動物体領域抽出処理とともに背景値の変化判定を行い、背景が変化した場合、適切な背景像Y<sub>i+1</sub>に更新し、次の入力画像X<sub>i+1</sub>の動物体を抽出する処理を逐次繰り返す。

【0006】 図18(b)はその動物体領域の抽出処理フローを示す。対象画像入力処理811により、順次フレーム画像を入力する。背景変化の判定処理812により、入力画像X<sub>i</sub>について背景値の変化があったかどうかを調べ、変化があれば、背景像の修正処理813により背景像を更新する。次に背景像との差分処理814により、入力画像X<sub>i</sub>と更新された背景像との差分情報を求める。そして、2値化処理815により差分情報を所定のしきい値により2値化し、入力画像X<sub>i</sub>においてその2値化で示される領域を動物体像816とする。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記背景像の修正処理813等による背景像更新処理の従来手法としては、入力像値と蓄積してある背景像値との加重平均や、直前数フレーム画像値の単純平均などを用いる方法がある。しかしながら、これらの手法では、背景値の変化について、移動物体が通過することによる変化か、照明が変化したことによる変化かを区別しておらず、動物体の多数通過により背景像を誤って更新してしまうという問題がある。

【0008】 また、背景差分で現れた物体の形状などの画像特徴を解析して判断する方法があるが、形状の変化する動物体を含む画像に対しては、物体抽出結果が、物体によるものか背景値の変化による誤抽出かを判定できず、人間のような動物体を安定に抽出することは非常に困難である。

【0009】 以上のように、現在のところ背景画像を認識して適切に更新処理する技術的手段は少なく、従って差分処理による動物体抽出は、屋外などの照明変化が激しい環境では実現されていない。

【0010】 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、屋外など照明変動が頻繁に起きる状況、および背景がゆっくり変化する状況でも差分処理を適用して、人物、車両などの動物体を安定に抽出する背景差分による動物体領域抽出方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記課題を解決するため、画像が変化したとき、その変化が照明条件の変化によるのか、ゆっくりした背景変動によるのか、あるいは動物体が現れたことまたは通過したことによ

5

て生じたのかを統計的な手法で検出し、照明変動またはゆっくりした背景変動の場合にのみ背景像を適切に更新するようにしたものである。さらに詳しくは以下の方法を用いる。

【0012】(1) 入力画像と背景像との差分処理により連続フレーム画像中から動物体領域を抽出するにあつて、まず、各フレーム画像中の位置  $(x, y)$  を含む小領域  $a_i$  を対象として、その各小領域の光学的特徴パラメータの数値の時間変化を蓄積する。そして、その数値の時間変化を所定時間間隔  $t_0$  で統計処理し、統計量が照明変動に起因すると推定される照明変動推定条件を満たしたときに、その小領域の所定時間内の数値を背景像の同じ小領域の数値と置き換え、新背景像として保持する。このような背景像小領域更新処理を画面全体または予め設定した画面所望領域の各位置に対して実行することにより、背景像の所望領域を更新する。こうして逐次更新される背景像を用いて、所望領域について入力画像との差分処理を行う。その結果の差分処理画像に対して2値化処理を行い、得られた領域を動物体領域として抽出する。

【0013】これは、具体的には図15を参照するに、画像入力部1を介して入力される各フレーム画像中の位置  $(x, y)$  を含む小領域  $a_i$  を対象として、その各小領域の光学的特徴パラメータの数値の時間変化を画像蓄積部10に蓄積し、この蓄積された数値の時間変化を背景値更新部30の画素値統計処理部21により所定時間間隔  $t_0$  で統計処理し、統計量が照明変動に起因すると推定される照明変動推定条件を満たしたときに、その小領域の所定時間内の数値を背景像の同じ小領域の数値と置き換え、新背景像として保持する。このような統計値判断部22、最頻値(平均値)算出部23(25)および背景値置換部24(26)による背景像小領域更新処理を画面全体または予め設定した画面所望領域の各位置に対して実行することにより、背景像の所望領域を更新するものであり、次に、こうして背景値更新部30で逐次更新される背景像を用いて、差分処理部41で所望領域について画像入力部1を介して入力される入力画像との差分処理を行う。その結果の差分処理画像に対して2値化処理部50で2値化処理を行い、得られた領域を動物体領域出力部60で動物体領域として抽出し出力するものである。

【0014】(2) 上記(1)における背景像小領域更新処理において照明変動の推定は、対象とした小領域について、所定時間間隔で光学的特徴パラメータの数値の頻度分布(ヒストグラム)を求め、その頻度分布の分散などを表す統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を、予め求めておいた照明変動に起因する統計的特徴量  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行う。

【0015】(3) また、上記(1)における背景像小領域更新処理において照明変動条件を満たしたときの小

6

領域の数値置き換え処理では、頻度分布の極値または平均値に対応する小領域の数値を新背景像として保持する。

【0016】(4) 上記(1)において、小領域の単位を画面中の画素とし、背景像所望領域更新処理の対象とする画面所望領域は画面中の1ラインまたはスリット状の領域とする。すなわち、図16に示すように、画像入力部1と画像蓄積部10との間にスリット画像取得部5を設けることにより達成される。

10 【0017】(5) 上記(1)における背景像小領域更新処理において照明変動の推定は、対象とした小領域について、所定時間間隔で光学的特徴パラメータの数値の頻度分布(ヒストグラム)を求め、その頻度分布の分散などを表す統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を周囲の小領域における同様の  $\sigma$  と相対比較して判断処理することにより行う。

20 【0018】(6) 上記(1)における小領域の光学的特徴パラメータの数値の時間変化を記録する場合に、 $n$  種類の光学的特徴パラメータの各数値を記録対象とし、前記背景像小領域更新処理では、対象とした小領域について、 $n$  種類の光学的特徴パラメータの各数値を  $n$  次元ベクトルとして表し、前記所定時間間隔  $t_0$  で得られたベクトル集合を統計処理し、統計量が照明変動に起因すると推定される照明変動推定条件を満たしたときに、その小領域の所定時間内の数値を背景像の同じ小領域の数値と置き換え、新背景像として保持する。

30 【0019】(7) 上記(6)において、照明変動の推定は、前記所定時間間隔  $t_0$  で得られたベクトル集合のフレーム間距離の頻度分布(ヒストグラム)を求め、その頻度分布の分散などを表す統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた統計的特徴量  $\sigma$  を予め求めておいた照明変動に起因する統計的特徴量  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行う。

40 【0020】(8) また、上記(6)において、照明変動の推定は、対象とした小領域について、予め照明変動に起因して変化する  $n$  次元ベクトルの特性曲線を求めておき、その曲線と前記得られた  $t_0$  間のベクトル集合との距離の頻度分布(ヒストグラム)を求め、その距離の平均値  $\mu$  または頻度分布の分散度などを表す統計的特徴量  $\sigma$  を求め、求めた  $\mu$  または  $\sigma$  を予め求めておいた照明変動に起因する  $\mu_0$  または  $\sigma_0$  と比較して判断処理することにより行う。

【0021】(9) 上記(1)における前記背景像小領域更新処理において、照明変動推定条件を複数持ち、条件を満たしたときに該小領域の該時間内の数値を背景像の同小領域の数値と各条件に応じた方法で置き換え、新背景像として保持する。

【0022】(10) また、上記(1)における前記入力画像との差分処理を行う過程において、逐次更新される背景像と、光学的特徴パラメータの数値の時間変化を

蓄積する手段に蓄積されている所定時間  $t_1$  前に入力された画像との差分処理を行う。すなわち、図 17 に示すように、画像入力部 1 を介して入力され、一旦画像蓄積部 10 に蓄積した画像を用いることにより達成される。

【0023】(11) 上記(10)において、前記背景像小領域更新処理における数値の置き換えが、差分処理過程において用いられる所定時間  $t_1$  前の画像を中心とした時間  $t_1$  の間の該小領域の数値の平均との置き換えである。

【0024】(12) 上記(1)における前記動物体抽出過程において2値化する際のしきい値を、光学的特徴パラメータの数値の時間変化を蓄積する手段に蓄積されている時間変化を所定間隔  $t$  で統計処理して得られた数値に更新するしきい値更新手段を有し、差分処理手段で作成された差分処理画像に対して該しきい値更新手段によって作られたしきい値を用いて2値化処理を行い、得られた領域を動物体領域として抽出する。

【0025】

【作用】上記(1)、(2)の方法では、背景像を画素などの小領域の集合体として扱い、この小領域の光学的特徴パラメータの数値の時間的変化を統計的に処理することにより、その数値変化が照明変動によるものなのか、動物体の通過によるものなのかを判断する。屋外等での照明変動は、雲の通過、太陽の位置変化、影の変化等により起きるが、主として輝度変化が多い。また、この照明変動による数値変化は、人物や車などの動物体が通過したときの変化に比べるとなだらかなため、所定時間内のパラメータ数値を用いて分散度などを測定すれば、その小領域では照明変動が起きたことを検出できる。

【0026】照明変動は厳密には常に発生しているため、以上の処理を連続して行うことにより所定時間を単位として背景像を常時更新することができる。

【0027】更新処理は各小領域毎に行うため、これを画面中の所望領域に拡張することができる。従って、画面の中で照明変動が様でなくても適切に背景像の更新が可能である。更新された背景像と入力画像との差分画像を求めると、動物体が現れた画面領域で光学的特徴パラメータの数値が変化するため、適切な2値化処理によりこの領域が安定に検出できる。

【0028】上記(3)の方法では、小領域の数値置き換えに関して、所定時間の頻度分の極値または平均値に対応する小領域の数値を用いるため、その時点で統計的に最も背景らしい数値を用いることになり、従って、次の差分処理と2値化処理が安定になる。また、カメラのノイズなどによる数値の揺らぎの影響を避けることができる。

【0029】上記(4)の方法では、小領域を画面中の画素とし、画面所望領域を画面中の1ライン(スリット)とするため、そのラインと時間軸から構成される時

空間断面画像を容易に高速に作ることができる。本差分処理による時空間断面画像には動物体のみが現れるため、2値化処理も高速化が可能である。

【0030】上記(5)の方法では、対象とする小領域における数値の頻度分布の分散度などを、周辺の小領域における同様の分散度などと相対比較して判断処理する。照明による背景像の変化は、上述のような時間方向だけではなく、一般的には空間方向にもなだらかなである。従って、周辺の小領域の変化と相対比較し、分散度の変化が画面の適当な領域で一様と判断されれば照明変動として更新処理を行うことができる。

【0031】上記(6)の方法では、 $n$ 種類の光学的特徴パラメータの数値変化の統計処理から照明変動の有無を推定するため、より安定に背景更新が可能である。また、複数の特徴量を用いるため背景の変化がより詳細に分析できるので、照明変動による画像の変化のみならず、背景像そのものが緩やかに変化する場合にも、その変化を検出して背景像を更新できる。

【0032】上記(7)の方法では、 $n$ 次元特徴空間において、各ベクトルのフレーム間距離の頻度分布を求め、この分布の分散度などから照明変動の有無を検出する。照明変動ではフレーム間のベクトル距離は比較的小さい。一方、移動物体が現れると、1フレームの間でも2つのベクトル距離は大きくなる。従って、この分布から照明変動を検出できる。また、緩やかな背景像の変化を検出できる。

【0033】上記(8)の方法では、対象とする小領域について、予め照明変動に起因して変化する $n$ 次元特徴ベクトルの特性曲線を求めておく。前述のように照明変動では輝度変化が主であるが輝度変化であれば、特徴ベクトルはほぼ所定の曲線上を移動する。従って、ベクトルがこの曲線に沿った動きをしていると判断される場合には、照明変動とみなして背景更新処理を行うことができる。一方、移動物体が現れるとベクトルはこの曲線から大きく外れる。従って、照明変動とは明確に区別することができる。

【0034】判定処理としては、各ベクトルから前記特性曲線までの距離の頻度分布を用いる。上記の理由で、照明変動であれば一般的にはベクトルは曲線から大きく離れないので距離の平均値は小さく、また、分散度もそれほど大きくない。一方、移動物体であれば、距離は大きく、分散度も大きい。これらの差から判断できる。なお、平均値と分散度を組み合わせて用いることにより、判別の信頼性を上げることができる。更に、何らかの理由で背景そのものが変化し曲線が変化した場合、背景の変化を推定して新たな背景に対応する照明変動特性曲線を生成することができる。

【0035】上記(9)の方法では、照明変動推定条件を複数持つため、照明の変動具合に応じた背景像の置き換え処理が行え、様々な照明変動に対応して動物体領域

の抽出を行うことができる。

【0036】上記(10)の方法では、更新された背景像と蓄積されている過去の画像との差分処理を行うが、該蓄積画像は、更新に用いられる $t_0$ 間の画像のうちの1枚であるため、該背景画像は、入力されたばかりの画像に対する背景画像として差分処理を行うよりも、該蓄積画像に対する背景画像として差分処理を行う方が照明変動、背景像そのものの変化に対してより安定な背景像として用いることができる。

【0037】上記(11)の方法では、背景画像を、差分対象となる蓄積画像を中心とした比較的短い時間間隔 $t_2$ の画像の平均によって求めるため、急激な照明変動があった場合にも安定に背景画像を更新することができ、更に、更新された背景画像と最も背景が近いと期待できる画像との差分処理を行うため、安定な差分処理を行うことができる。

【0038】上記(12)の方法では、画像中の各小領域ごとの照明条件に応じて、差分処理後の2値化処理で用いられるしきい値を変動させるため、照明条件による明るさの変化に起因する背景像と被抽出像との輝度差の変化に対して安定に2値化処理を行うことができる。

【0039】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0040】図1は、本発明の一実施例に係る背景差分による動物体領域抽出方法を実施する装置の構成を示す図であり、図2は、図1に示す装置を更に詳しく具体的に示す図である。なお、図1および図2に示す本実施例は、具体的には、図3以降に示す実施例4以降に対して実施例1、2、3を含んでいるものである。

【0041】図1および図2において、001はカメラ、100は光学的特徴パラメータの数値(輝度値)の時間変化蓄積手段、101、102はフレーム画像メモリ、 $(x, y)$ は画面内の位置、 $a_k$ は $(x, y)$ を含む小領域でここでは画素、 $t_0$ は所定時間間隔、110は背景像、120は動物体領域、200は背景像小領域更新手段、210は $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、211、212は各々 $a_1$ 、 $a_2$ の $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、213、214は各々 $a_1$ 、 $a_2$ の $t_0$ 間における輝度の出現頻度分布図、220、221、222は照明変動推定条件、 $\sigma$ は統計的特徴量としての出現頻度分布の分散度、 $\sigma$ は予め求めておいた照明変動に起因する統計的特徴量としての出現頻度分布の分散度、230、231、232は数値置き換え処理手段、300は背景像所望領域更新手段、310は更新された新背景像、この新背景像310において、1は更新された小領域、0は $t_0$ では更新されなかった小領域、400は入力画像010と新背景像310を画素単位で差分処理する差分処理手段、500は動物体領域抽出手段、510は2値化処理手段、52

0は出力結果、すなわち抽出された動物体領域である。

【0042】図1および図2を用いて処理内容を説明する。カメラ001からはモノクロ連続フレーム画像が得られる。この画像はフレーム画像メモリ101、102…に蓄積される。画面中の座標 $(x, y)$ の回りに小領域 $a_k$  ( $k=1, 2, \dots, K$ )をとる。この小領域は後述のように複数の画素からなる領域でもよいが、ここでは、簡単のため1画素とする。この小領域の光学的特徴パラメータは画素の輝度で、8ビットの輝度値が出力として得られる。

【0043】各小領域の輝度値は $t_0$ 間にフレーム画像枚数だけ得られる。そこで、小領域 $a_1$ について輝度値を横軸に取り、縦軸に同輝度値が現れる出現頻度を取ると、図2に示すような頻度分布213が得られる。 $a_1$ の小領域には動物体はなく、背景である。背景の輝度は主として照明変動により変わるが、 $t_0$ が数秒程度の短い時間の場合、一般的には照明変化は少ないので、この分布は輝度ピークの回りに広がり度の小さな釣鐘状になる。つまり、統計的な分散度 $\sigma$ は小さな値を示す。一方、小領域 $a_2$ では動物体が撮影されるため、 $t_0$ 間に輝度値は大きく変化し、同分布は図2に示す頻度分布214のように広がりを示す。つまり、分散度 $\sigma$ は大きな値を示す。

【0044】従って、大きな照明変動があった場合の分散度を $\sigma$ として予め求めておき、この値と前記 $\sigma$ とを比較し、 $\sigma$ が小さければ照明変動による輝度値の変化であるとして、この背景像小領域の数値を更新する。また、 $\sigma$ が $\sigma_0$ より大きければ、この小領域の輝度変化は動物体の出現など照明変動以外の要因によるものと判断して、背景像小領域の数値の更新は行わない。このようにして、小領域 $a_k$ の背景像更新が行われる。以上では、照明変動推定のために頻度分布の分散度を比較したが、この代わりに照明変動による分布形状の特徴を学習しておき、これと比較して、照明変動か否かを判断してもよい。

【0045】以上、照明変動によって背景の輝度値が変わった場合の更新方法を述べたが、上記手法は照明変動以外でも適用できる。すなわち、背景物が緩やかに変化する場合または動物体と明らかに区別できる変化の場合には同様に適用できる。例えば、オフィス等で人の動きを自動監視するような場合、机の上の書類の位置などは不定期に変化する。しかし、この動きは人の動きに比べると明らかに異なる。つまり、1回動くとき次に動かすまでは変化しない。人物領域の動きは $t_0$ の時間間隔で考えた場合、常に連続している場合が多い。従って、頻度分布を比較すると動物体による輝度変化か否かを区別できる。これにより、照明変動の場合の背景更新と同様な手法で更新できる。

【0046】以上の背景像小領域の更新処理を画面全体(または所望領域)で行うことにより、更新された新背



景像310のような背景像が得られる。図2に示す新背景像310において、“1”の小領域は更新された部分、“0”の小領域はt<sub>0</sub>間では更新されなかった部分を表す。この像の各小領域は動物体が現れる直前の最も信頼性の高い背景を反映していると考えてよい。このようにして逐次更新される背景像を用いて、差分処理手段400および2値化処理手段510により、所望領域において入力画像との差分処理および2値化処理を行うと、図示のように動物体領域120が抽出される。この処理を各入力画像に対して行くと、出力結果520のよう

に連続した動物体像が得られる。  
【0047】以上の実施例では、カメラはモノクロカメラで、光学的特徴パラメータは画素の輝度値であるが、カメラおよび光学的特徴パラメータとしては、モノクロカメラなどから得られる画像の濃度情報、カラーカメラなどから得られるカラー情報より抽出できる輝度、色相、彩度、隣接画素との濃度勾配、その他の表色系で表現される量、あるいは赤外線カメラなどから得られる濃度情報や温度情報、レンジセンサなどから得られる距離情報、超音波センサなどから得られる反射強度情報のい

ずれか1つあるいは複数を組み合わせた量を用いることができる。  
【0048】また、本実施例では、小領域は画素と一致しているが、小領域は複数画素からなるブロック画像でもよく、この場合、ブロック画像の輝度の平均値や最頻値、最大値、最小値など、複数の輝度値を統計処理して得られた値を光学的特徴パラメータとすることができる。

【0049】図2において、照明変動推定条件221、222までの処理は同じである。対象とした小領域について照明変動と判断された場合のその後の更新処理は以下のようにすればよい。この小領域の輝度出現分布がピークとなる輝度値（横軸）に対応するブロック画像を、光学的特徴パラメータの数値の時間変化蓄積手段100のt<sub>0</sub>間のフレーム画像の中から選択し、更新された新背景像310の該当する小領域と置き換える。この処理を所望領域について行えば、前述した例と同様な新背景像が逐次得られる。動物体領域抽出手段500の処理は同様である。

【0050】図2では、所望領域は画面全体であったが、画面中の1ライン、すなわちスリット状の画素列としてもよい。図3は本発明の他の実施例4を示し、特に図3(a)は動物体を含む動画像710、図3(b)は動画像710におけるスリット720と時間軸とから構成される時空間断面画像730、図3(c)は時空間断面画像の特定のサンプリング位置における入力値および背景値の経過740、図3(d)は動物体抽出結果の時空間断面画像750を示す。

【0051】本実施例では、小領域を画面中の画素とし、画面所望領域を画面中の1ラインからなるスリット

720(Sampling Slit)としている。対象の領域を1ライン(スリット)とすることにより、このスリット720と時間軸とから構成される時空間断面画像730を容易にかつ高速に作ることができる。ここで、入力する動画像710は、2次元の広がりを持つ画像ではなく、最初からレンジセンサやスリットカメラから得られる1次元のスリット画像を用いてもよい。更に、この時空間断面画像スリット上の動画像に対して逐次に本差分処理による動物体抽出処理を行うと、照明の変化に拘らず動物体751のみを非常に高速に抽出することが可能である。

【0052】この発明を実画像に施した結果を図3に從って説明する。図3(a)に示すように、照明変動が起きている通行人を含む動画像710上にスリット720を設け、得られるスリット画像を時間方向に並べる。これにより、図3(b)に示すような時空間断面画像730が得られる。図3(c)における、ある画素上の入力値および背景値の経過740からも見られるように、この発明による動物体抽出処理によって、通行人の通過による入力値の変化742に影響されずに、照明変動に追従して適切な背景値741が逐次推定されている。更に、その適切な背景値を用いることにより、図3(d)に示すように、動物体751のみが正確に抽出された時空間断面画像750が高速にかつ安定に得られていることがわかる。

【0053】次に、本発明の別の実施例5について、図2を参照して説明する。図2の実施例では照明変動推定の際に $\sigma$ を $\sigma_0$ と比較した。これの代替として、またはこれを補う推定として以下の方法が可能である。動物体出現以外の原因(照明変動、背景物の緩やかな変化など)による背景像の変化は一般的に緩やかな場合が多く、また頻度分布の形状は類似している。従って、小領域a<sub>1</sub>の更新判断処理に際して、a<sub>1</sub>の頻度分布213の形状をa<sub>1</sub>周辺の小領域の分布の形状と比較し、類似した分布が周辺に多くある場合には更新を行うとする処理を採用する。図2ではa<sub>1</sub>、a<sub>4</sub>、a<sub>6</sub>は類似しているのでこれらは照明変動等によると判断して更新する。a<sub>2</sub>、a<sub>3</sub>の分布は各々かなり異なるので、動物体領域と判断して更新はしない。

【0054】図4および図5は、本発明の更に他の実施例6および7を示す図である。同図において、002はカラーカメラ、130は3種類の光学的特徴パラメータの数値(輝度値)の時間変化蓄積手段、131、132、133は各々R、G、B用フレーム画像メモリ、200は背景像小領域更新手段、240はn(n=3)次元ベクトル生成手段、251、252は各々小領域a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>のt<sub>0</sub>間のベクトル集合、260は数値変化の統計処理手段であって、特に図5に示す261、262は各々a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>のt<sub>0</sub>間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、263、264は特徴値の頻度分布、27

1は照明変動推定条件、 $\sigma$ は出現頻度分布の分散度、 $\sigma$ は照明変動に起因する統計的特徴量としての出現頻度分布の分散度、281は数値置き換え処理手段、300は背景像所望領域更新手段、321は更新された新背景像、401~403は入力画像011~013と新背景像321とをそれぞれR、G、B画像の画素単位で差分処理する差分処理手段、500は動物体領域抽出手段、511~512は2値化処理手段を表す。

【0055】カラーカメラ002からは光学的特徴パラメータとしてR、G、B画像（輝度値）が得られる。これらの画像は各色成分に対応したフレーム画像メモリ131、132、133に蓄積される。3種類の輝度値は、図5のn次元ベクトル生成手段240に示すように小領域 $a_k$ （ $k=1, 2, \dots, K$ ）毎に3次元特徴空間にベクトル表示される。更に、各小領域について $t_0$ 間のベクトル集合は同空間にプロットされる。このようにして小領域 $a_1$ のベクトル集合251、小領域 $a_2$ のベクトル集合252、…を得る。

【0056】図5に示すベクトル集合251、252には以下の特徴がある。小領域 $a_1$ では、動物体はないので各ベクトル $V_1, V_2, V_3$ の変化は緩やかであり、ベクトル間の距離 $W_1, W_2$ も小さい。一方、小領域 $a_2$ では、動物体があるので各ベクトル $V_1, V_2, V_3$ は大きく変化し、ベクトル間の距離 $W_1, W_2$ も大きい。従って、この距離を特徴値 $w$ として出現頻度を求めると、小領域 $a_1$ については頻度分布263のように広がり度の少ない分布となり、小領域 $a_2$ については頻度分布264のように広がり度の大きな分布となる。そこで、照明変動または緩やかな背景物の変化によるこのような分布の広がり度を予め求めておき、これと比較して小領域の背景値置き換えを判断することが可能である。

【0057】新背景像321として、R、G、Bの3種類の画像が得られる。入力画像011~013のR、G、Bの3種類の画像と各々差分処理すれば、動物体領域120が抽出される。複数の光学的特徴を用いるので、更新判断が正確であり、従って動物体をより安定に抽出できる。

【0058】図4および図5に示す実施例において、光学的特徴パラメータには、R、G、B画像の他、画像のカラー情報より抽出できる輝度、色相、彩度、隣接画素との濃度勾配、その他の表色系で表現される量、あるいは赤外線カメラなどから得られる濃度情報などを用いることもできる。

【0059】図6は、本発明の更に別の実施例8を示す図である。この実施例8は、前記実施例7と比較して、背景像小領域更新手段200のみが異なるものである。図6において、253は小領域 $a_1$ の $t_0$ 間の撮影系特性曲線との離散度集合算出手段、254は小領域 $a_2$ の $t_0$ 間の撮影系特性曲線との離散度集合算出手段、265は小領域 $a_1$ の $t_0$ 間の特徴値の集合の統計処理手

段、266は小領域 $a_2$ の $t_0$ 間の特徴値の集合の統計処理手段、267、268は特徴値の頻度分布、273は照明変動推定条件、283は数値置き換え処理手段、 $V_1, V_2, V_3$ は特徴ベクトル、 $L_1, L_2$ は特性曲線、 $d_1, d_2, d_3$ は入力される小領域における特徴ベクトルの変化の特性曲線からの距離を表す。

【0060】図7は、この実施例に関する照明変動に起因する特徴量を表す図である。同図において、 $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3, Z_1, Z_2, Z_3$ は各領域における入力値、 $b_0, b_1, b_2$ は各領域における背景値、 $L_1, L_2, L_3$ は背景値に対する特性曲線、 $u_1, u_2$ は曲線上の移動ベクトルを表す。

【0061】この実施例では、各小領域の背景値 $b_0, b_1, \dots$ に基づき予め照明変動に起因して変化する3次元ベクトルの特性曲線を求めておく。ただし、より簡便な処理を行うため、照明変動による背景値の変動は現背景値と空間原点を結ぶ直線に沿って起きると仮定し、図7(a)に示すようにその直線 $L_1, L_2$ を前記特性曲線と近似することもできる。

【0062】離散度集合算出手段253により求めた小領域 $a_1$ の3種の特徴ベクトル集合について見ると、小領域 $a_1$ では動物体はないので照明変化に応じて前記特性曲線 $L_1$ 上にベクトルの緩やかな変化が起きており、その変化量も小さい。一方、離散度集合算出手段254により求めた小領域 $a_2$ の3種の特徴ベクトル集合について見ると、小領域 $a_2$ では動物体があるので、図6に示すように各ベクトル $V_1, V_2, V_3$ は大きく変化し、特性曲線 $L_2$ からのズレも激しい。

【0063】ここで、前記特性曲線からのズレを計るために曲線からの距離を特徴値 $d$ として、時間 $t_0$ 間の出現頻度を求めると、小領域 $a_1$ については頻度分布267のように広がり度の少ない分布となり、小領域 $a_2$ については頻度分布268のように広がり度の大きな分布となる。そこで、照明変動によるこのような分布の広がり度を予め求めておき、これと比較して小領域の背景値置き換えを判断することが可能である。

【0064】さらに、特性曲線からのズレ量 $d$ を、特性曲線からの距離だけでなく、曲線上に投影したときの点（現在値から曲線への垂線の足に相当する点）の移動ベクトルも同時に考慮することにより、照明変動の緩急の程度も判定可能となる。例えば、図7(b)において、背景値 $b_0, b_1, b_2$ に対する特性曲線 $L_0, L_1, L_2$ を考えると、入力される小領域の特徴ベクトルの変化を、特性曲線からの距離 $d$ および曲線上の移動ベクトル $u$ で表現し、急激な照明変動 $Y_1, Y_2, Y_3$ と緩やかな照明変動 $Z_1, Z_2, Z_3$ とを区別しつつ、背景像の変化を判定できる。

【0065】図8および図9は、本発明の他の実施例9を示す図である。図9は、図1および図2の背景像小

域更新手段200に置き変わる背景像小領域更新手段201を示し、図9は、その具体例を示す図である。

【0066】図8において、201は背景像小領域更新手段、215は $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、223は照明変動推定条件、233、234、235、236は数値置き換え処理手段である。

【0067】図9において、202は背景像小領域更新手段、240は $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、241、242、245は各々 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_5$ の $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、251、252、255は各々 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_5$ の $t_0$ 間の輝度値の出現頻度分布図、261、262、265は各々 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_5$ の $t_0$ 間の輝度の時間微分値の出現頻度分布図、 $m$ は $t_0$ 間での輝度値の微分値の最大値、 $m_0$ は照明変動に起因する統計的特徴量で輝度値の微分値の最大値、224は照明変動推定条件、237、238は数値置き換え処理手段である。

【0068】本実施例について、図1、8および9を参照して説明する。背景像小領域更新手段以外の部分においては、図1、2の説明で述べたのと同じである。

【0069】図8では、照明変動の状況に応じてN種類の数値置き換え処理233、234、235、236を有する場合の例をあげており、図9では、具体例として2つの数値置き換え処理237、238を設けた場合をあげている。

【0070】図1の背景像小領域更新手段では照明変動推定条件を満たすか否かでその小領域の背景像を更新するかどうかが決まっていた。ところが、照明変動といっても、変化の要因により、変動の仕方は様々であり、それぞれに適した更新方法が考えられる。そこで、照明変動推定条件を複数設けて照明変動の状況に応じた条件分岐を行い、それぞれの状況に適した置き換え処理を行うことにより、状況に応じた所定小領域の背景像の更新を行える。

【0071】図9では、照明変動と判定された時の数値置き換え処理を、照明変動がないかあっても緩やかな変動である場合(数値置き換え処理手段237で対処)と急激な照明変動があった場合(数値置き換え処理手段238で対処)の2つに分けて処理し、それぞれの条件にあてはまるかどうかを判定する照明変動推定条件224を有する。

【0072】照明変動がないか、あっても緩やかな変動である時には、図9の251に示すような頻度分布が得られ、該小領域の輝度値に対する $t_0$ 間での同輝度値の出現頻度の統計的な分散度 $\sigma$ は、 $t_0$ が数秒程度の短い時間の場合、小さな値を示す。

【0073】照明変動が急激になるにつれて、該分散度 $\sigma$ も大きくなり、 $\sigma$ だけからでは動物体と区別をつけるのが難しい。図9の255が照明変動が急激な場合、252が照明変動以外の要因による場合の輝度値の頻度分

布である。この場合は、判断のための統計量として、該小領域での輝度値の時間微分値 $df$ の $t_0$ 間での最大値 $m$ を用いる。図9の265に照明変動が急激な場合、262に照明変動以外の要因による場合の輝度値の時間微分値の頻度分布を示す。 $df$ は、該小領域の輝度変化が照明変動に起因している場合にはあまり大きな値をとらない。しかし、動物体が該小領域に入ってきた場合には、 $df$ は大きな値を取り、物体が現れた瞬間、いなくなった瞬間に顕著である。

【0074】従って、予め物体が現れた場合の $df$ の最大値と、急激な照明変動が起った時の $df$ の最大値の境界値 $m_0$ を求めておくことで、前述の $\sigma$ と $\sigma_0$ との比較に加えて、 $t_0$ 間での $df$ の最大値 $m$ と $m_0$ との比較を行うことにより、 $\sigma$ が $\sigma_0$ よりも小さければ、緩やかな照明変動による輝度値の変化であるとして、該背景像小領域の数値を更新し、 $\sigma$ が $\sigma_0$ よりも大きく、 $m$ が $m_0$ よりも小さければ、急激な照明変動による輝度値の変化であるとして、該背景像小領域の数値を更新し、 $\sigma$ が $\sigma_0$ よりも大きく、 $m$ が $m_0$ よりも大きければ、該小領域の輝度変化は動物体の出現など照明変動以外の要因によるものと判断して該小領域の数値の更新は行わない。

【0075】照明変動がないか、あっても緩やかな変動である時の数値置き換え処理手段237としては、例えば、 $t_0$ 間の輝度値の最頻値を新背景値として置き換え、急激な照明変動がある時の数値置き換え処理手段238としては、例えば、最新の画像の近傍数フレームの画素値の平均値を新背景値として置き換える処理が行われる。このようにして、該小領域の背景画像の更新が行われる。

【0076】図10および図11は、本発明の別の実施例10、11を示す図である。

【0077】図10において、103は光学的特徴パラメータの数値(輝度値)時間変化蓄積手段、 $t_1$ は差分処理手段に画像を送る際の所定間隔、239は照明変動があった場合の数値置き換え処理手段、401は時刻 $t_1$ 前に入力された画像020と新背景像310を画素単位で差分処理する差分処理手段、501は動物体領域抽出手段である。

【0078】図11において、600はカメラ001から入力された連続フレーム画像の列、601は最新の入力画像、010は前記実施例11で差分対象となる入力画像、020は本実施例10、11で差分対象となる時刻 $t_1$ 前に入力された画像、310は更新された新背景像である。

【0079】実施例10について、図1、10および11を参照して説明する。図1と図10との差は、差分処理手段に入力する画像である。図1の差分処理手段400に入力する画像は、差分処理手段が処理を行う直前にカメラ001から入力された画像であるのに対して、図10の差分入力手段401に入力する画像は、差分処理

手段が処理を行うよりも $t_1$ 前にカメラから入力された画像であり、この画像は、光学的特徴パラメータの数値(輝度値)時間変化蓄積手段103に蓄えられていたものである。

【0080】光学的特徴パラメータの数値(輝度値)時間変化蓄積手段103で蓄積されていた画像は、差分処理を行う時の入力画像(差分対象画像)になるだけでなく、背景像所望領域更新手段300において、背景画像を更新するにも使われ、背景画像の更新に用いられる画像の時間間隔 $t_0$ は、差分処理手段に入力される画像の蓄積時間間隔 $t_1$ よりも長い。すなわち、差分処理手段に入力される $t_1$ 前の入力画像020から見て、 $t_0 - t_1$ 前に入力された画像(020から見て過去の画像)から、画像020の $t_1$ 後に入力された画像(020から見て未来の画像)までのすべての画像を用いて更新された背景画像310と、 $t_1$ 前の入力画像020との差分をとることになる。

【0081】実施例1と実施例10において、入力された連続フレーム画像のうち、どの画像を差分対象画像とするかの差をそれぞれ図11(a)および(b)に示す。

【0082】図12(a)および(b)は、それぞれ照明の変化があった時の輝度値の推移と、推定された背景像の輝度値の関係の例を前記実施例1および実施例11について示している。

【0083】図12において、横軸は時間、縦軸は輝度値、602は輝度値の推移、603、605は差分処理の対象となる輝度値、604、606は推定された背景の輝度値、 $t_2$ は新背景像作成のための時間間隔である。

【0084】実施例11について、図10および図12を用いて説明する。実施例10の実施例で説明したのと同様に、実施例11においても差分処理手段401に入力される画像は、 $t_1$ 前の入力画像020と、この画像020より $t_0 - t_1$ 前に入力された画像(020から見て過去の画像)から画像020の $t_1$ 後に入力された画像(020から見て未来の画像)までのすべての画像を用いて更新された背景画像310とである。ここで、照明変動推定条件220において照明変動であると判定された場合、数値置き換え処理手段239において、差分対象となる $t_1$ 前の画像を中心とした $t_2$ 間のすべての画像の輝度値の平均値を新背景値とする置き換え処理を行う。すなわち、差分対象画像である $t_1$ 前に入力された画像020から見て過去の画像から、画像020から見て未来の画像までを用いて、画像020との差分をとる相手となる背景画像の背景値が推定されることになる。なお、 $t_2$ は、 $t$ よりも短い間隔である。

【0085】しだいに明るくなるような照明変動があった時の、ある小領域の輝度の変化と、実施例1の方法と、実施例11の方法とでの差分対象輝度値、それぞれ

の方法で同じ時間間隔の画像を用いて背景の輝度値を推定した時の背景輝度値は図12に示すようになる。

【0086】実施例11の方法では、差分対象画像よりも新しい画像は存在しないので、処理対象輝度値603に対する背景輝度値は、処理対象画像よりも前の輝度値から推定することになり、604に示すような背景輝度値しか得られないが、実施例11の方法では、差分対象画像よりも新しい画像が存在しており、差分対象画像の周辺においては輝度値は一方(暗から明)に変化していることがわかり、処理対象画像から見て過去から未来に渡っての輝度値の平均値を背景画像値606とすることで、処理対象輝度値605に近い背景画素値が得られる。

【0087】図13および図14は、本実施例の更に他の実施例12を示す図である。

【0088】図13において、215は $t_0$ 間の数値(輝度値)変化の統計処理手段、502は動物体領域抽出手段、512は2値化処理手段、700は2値化のしきい値設定手段である。

【0089】図14において、横軸は背景画像の輝度値、縦軸は差分値の絶対値、701、702、703は設定しきい値である。

【0090】本実施例12について、図13を用いて説明する。差分処理手段で得られた入力画像と背景画像との差分画像を2値化処理手段512で2値化し、動物体領域を抽出する際、入力画像や背景画像の輝度値が小さい(暗い)時には、しきい値を小さく、輝度値が大きい(明るい)時には、しきい値を大きくした方が、領域の抽出精度があがる場合がある。そこで、輝度変化の統計処理手段215で得られた各小領域ごとの統計情報から、しきい値更新手段700において、2値化のしきい値を各小領域ごとに更新し、その値を用いて、差分処理手段400で得られた各小領域ごとの差分画像を2値化処理手段512において2値化する。これにより、小領域の明るさによらず、安定した動物体抽出が行える。

【0091】図14(a)、(b)、(c)に背景画像の輝度値自身からしきい値を設定する場合の設定例をいくつかあげる。図14(a)は、背景輝度値としきい値が正比例する例、図14(b)は、背景輝度値が明るくなればしきい値も大きくなるが、どんなに背景輝度値が暗くてもしきい値がある程度の大きさを持つ例、図14(c)は、背景輝度値がある程度以上明るい部分ではしきい値は一定であるが、背景輝度値が暗い場合には背景輝度値が暗くなるにしたがって、しきい値も小さくなる例である。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば次の効果がある。

【0093】(1)照明変動が起きたことを確実に検出できるため、その時点で背景像を更新できる。従って、

照明変動に極めてロバストな差分処理による動物体領域抽出処理が実現できる。

【0094】(2) 緩やかな背景変動があった場合にも背景像の更新が可能である。従って、動物体領域を安定に抽出できる。

【0095】(3) 本抽出処理は簡単なため高速化が可能である。また、ハードウェア化も可能であり、これによりさらなる高速化、実時間処理が可能である。

【0096】(4) 動物体抽出が必要になる分野で広範囲に利用できる。特に、人物や車両の抽出に有効である。出現検出が安定にできるため、プラント設備の侵入者監視、交通施設(駅のホームなど)の安全監視等への利用に効果がある。

【0097】(5) スリット画像と組み合わせると、通行人の計数に利用でき、測定場所の天候・時刻に左右されることなく、また撮影系(カメラなど)や画像伝送系に起因するノイズの影響を受けずに、歩行者を抽出することができ、計数精度が飛躍的に向上する。

【0098】(6) 人物を見失うことが少ないので、画像面全体に対して逐次に動物体の抽出処理を施すことにより、動物体の移動経路(動線)の検出に利用できる。

【0099】(7) 緩やかな背景変動があった場合、および急激な背景変動があった場合のいずれの場合にも背景像の更新が可能である。したがって、動物体を安定に抽出できる。

【0100】(8) 急激な照明変動があった場合に、安定して背景画像を更新することができるため、急激な照明変動があった場合にも動物体を安定に抽出できる。

【0101】(9) 背景更新処理が簡単なため、高速化が可能である。特に、急激な照明変動があった場合の背景像の更新に効果がある。

【0102】(10) 局所的な明るさの差に影響されずに、暗い部分でも明るい部分でも領域抽出に適した2値化が可能であるため、対象領域に明るさのむらがある場合や明るさの時間変化が大きな場合にも安定した動物体抽出が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る背景差分による動物体領域抽出方法を実施する装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示す装置を更に詳しく具体的に示す図である。

【図3】本発明の他の実施例を示す図である。

【図4】本発明の更に他の実施例を示す図である。

【図5】図4に示す実施例の要部を更に詳しく具体的に示す図である。

【図6】本発明の別の実施例を示す図である。

【図7】図6に示す実施例における照明変動に起因する特徴量を表す図である。

【図8】本発明の他の実施例に使用される背景像小領域更新手段を示す図である。

10 【図9】図8に示す実施例に使用される背景像小領域更新手段を更に詳しく具体的に示す図である。

【図10】本発明の別の実施例を示す図である。

【図11】図10に示す実施例における差分対象画像と背景画像を示す図である。

【図12】本発明の更に別の実施例を示す図であり、照明変動があった場合の推定背景値を示す図である。

【図13】本発明の更に他の実施例を示す図である。

【図14】図13に示す実施例における背景画像の輝度値と2値化のしきい値を示す図である。

20 【図15】図1に示す動物体領域抽出方法を実施する装置の基本的構成を説明するための図である。

【図16】図15に示す基本的構成の他の一例を説明するための図である。

【図17】図15に示す基本的構成の他の一例を説明するための図である。

【図18】従来の動物体領域抽出処理の説明図である。

#### 【符号の説明】

001 カメラ

010 入力画像

100 光学的特徴パラメータの数値の時間変化蓄積手段

101, 102 フレーム画像メモリ

120 動物体領域

200 背景像小領域更新手段

210 数値変化の統計処理手段

300 背景像所望領域更新手段

310 更新された新背景像

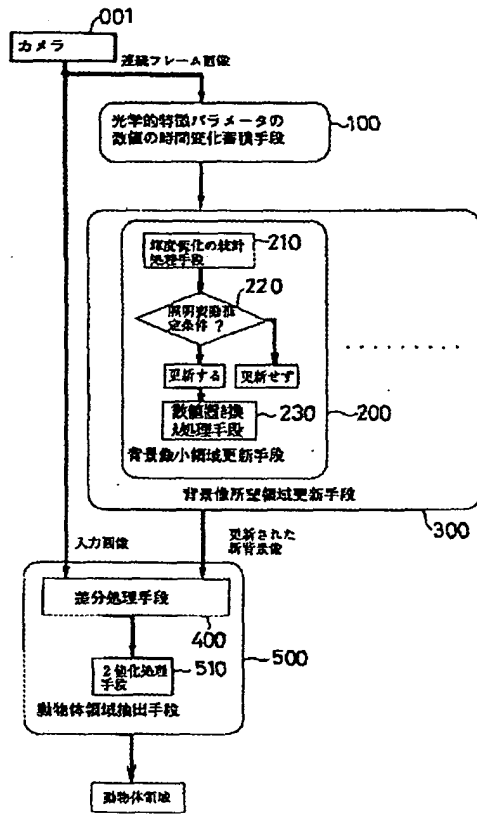
400 差分処理手段

500 動物体領域抽出手段

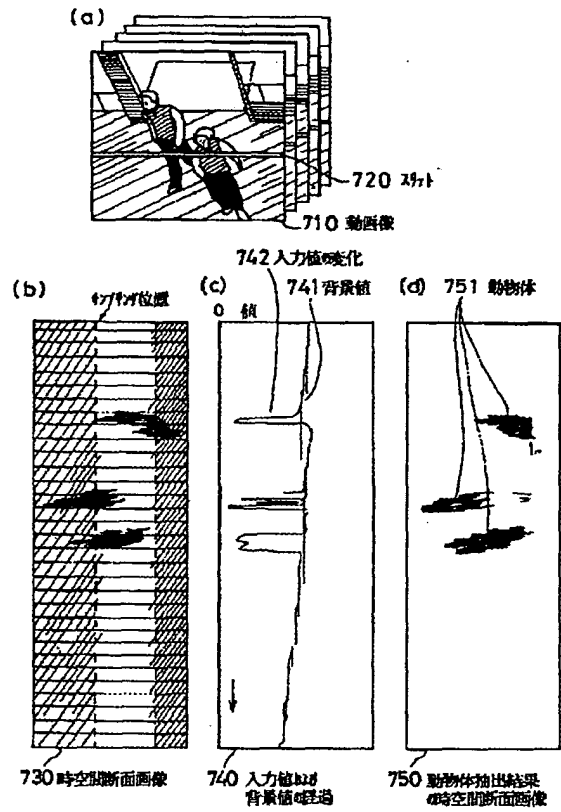
510 2値化処理手段

520 出力結果

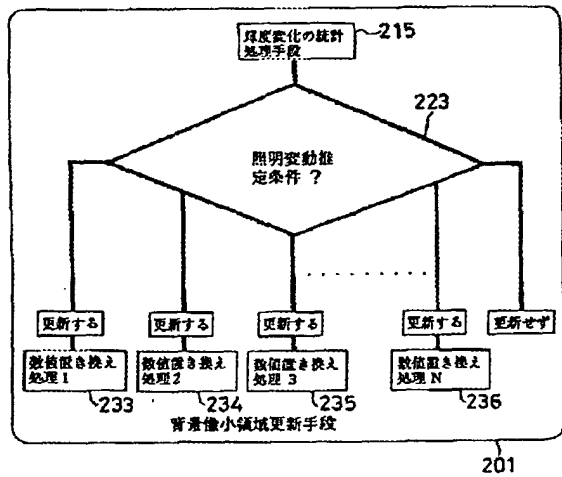
【図1】



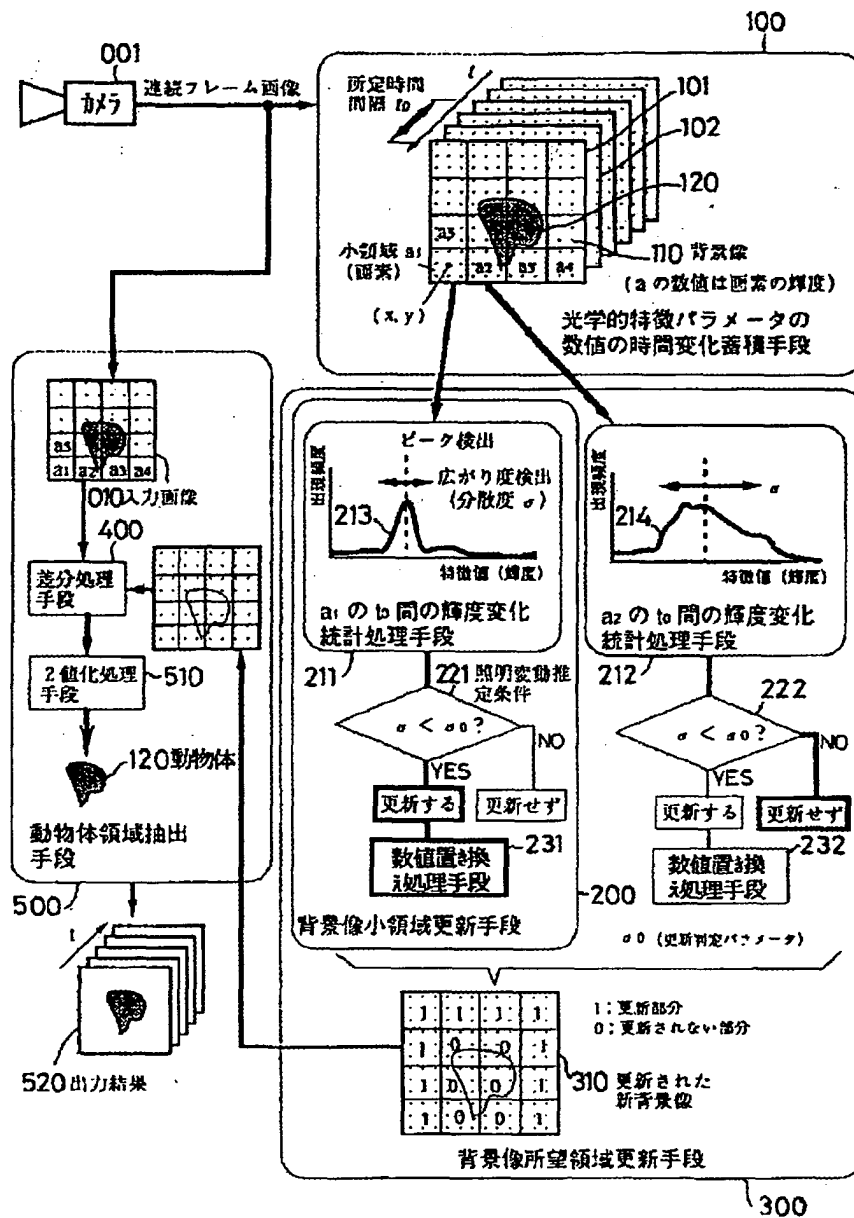
【図3】



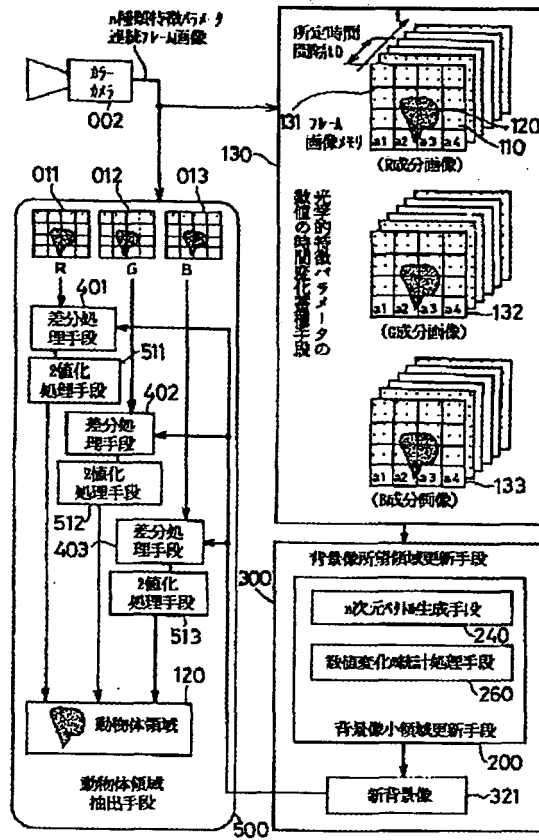
【図8】



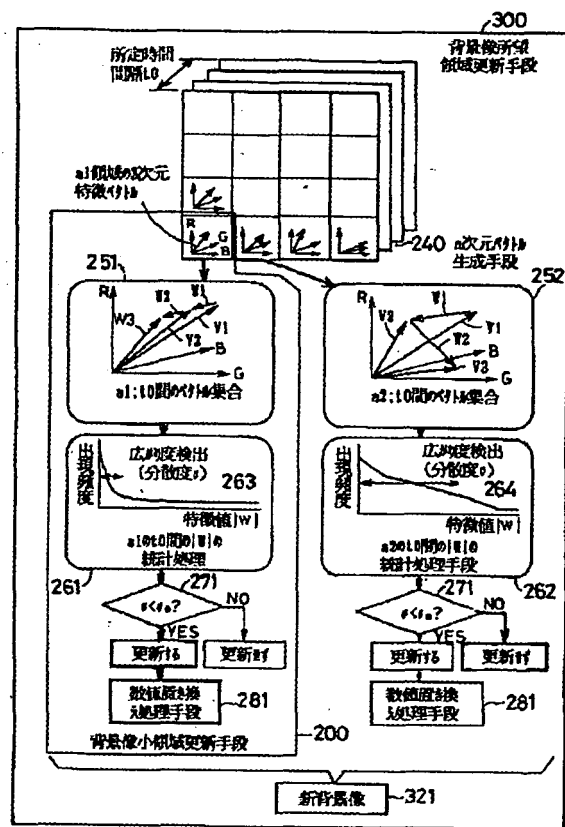
【図2】



【図4】

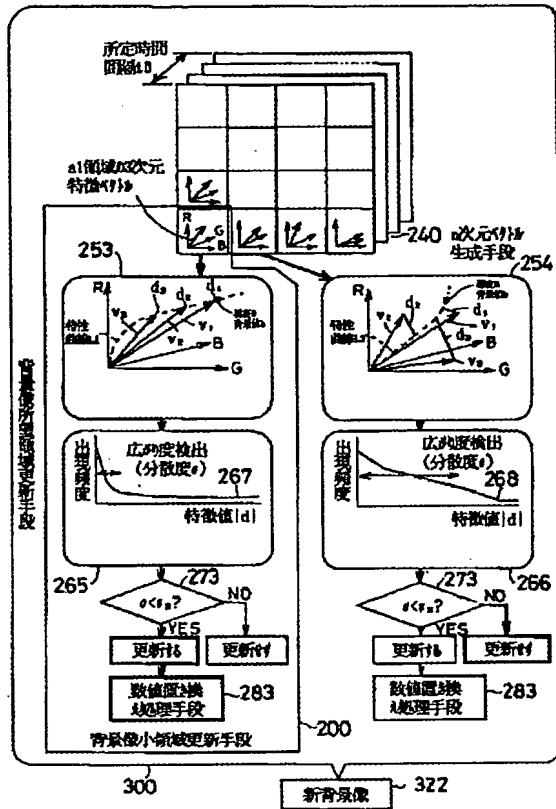


【図5】

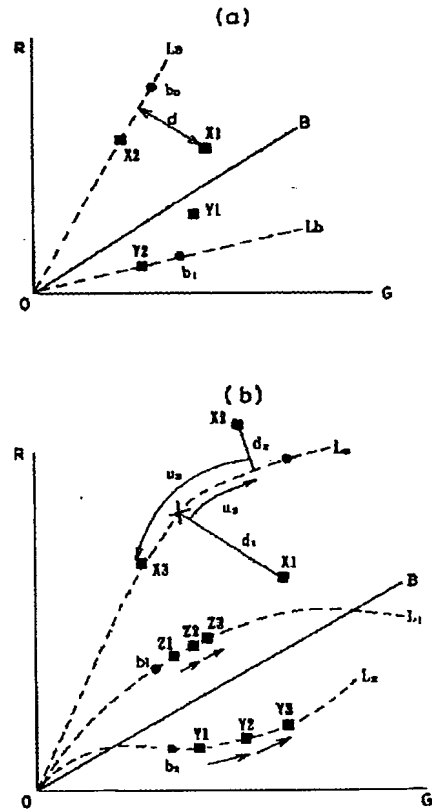




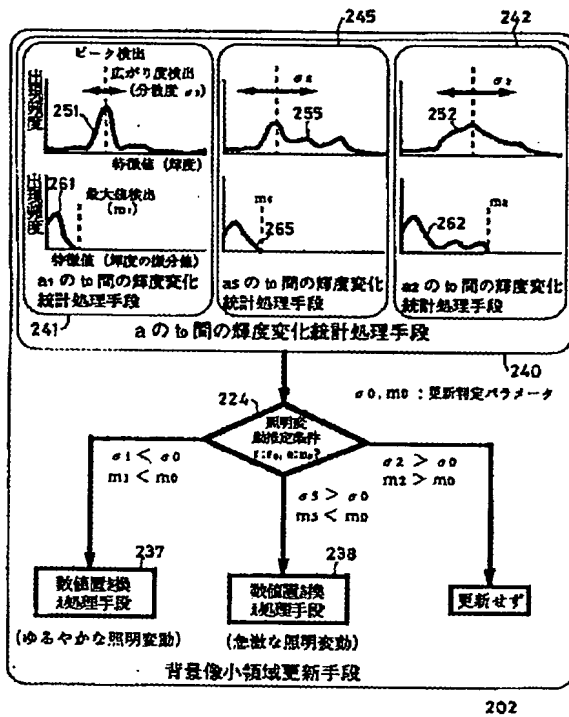
【図6】



【図7】

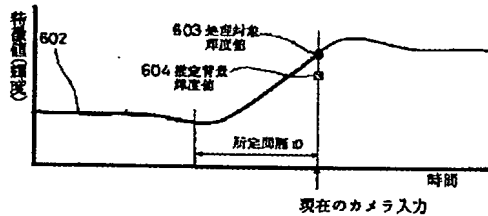


【図9】

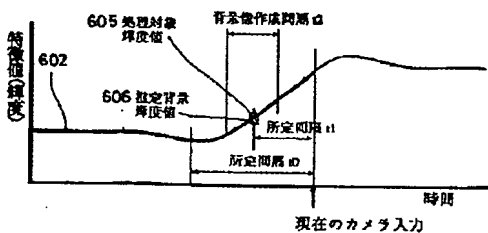


【図12】

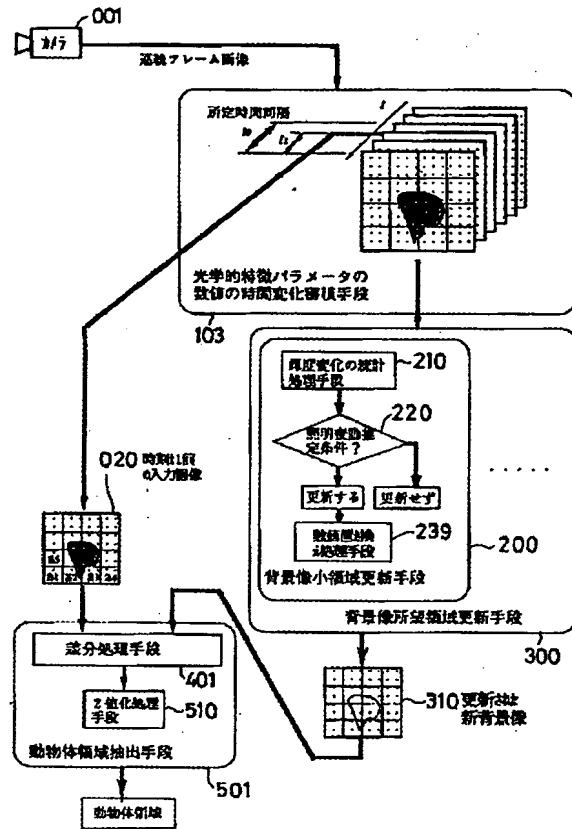
(a)



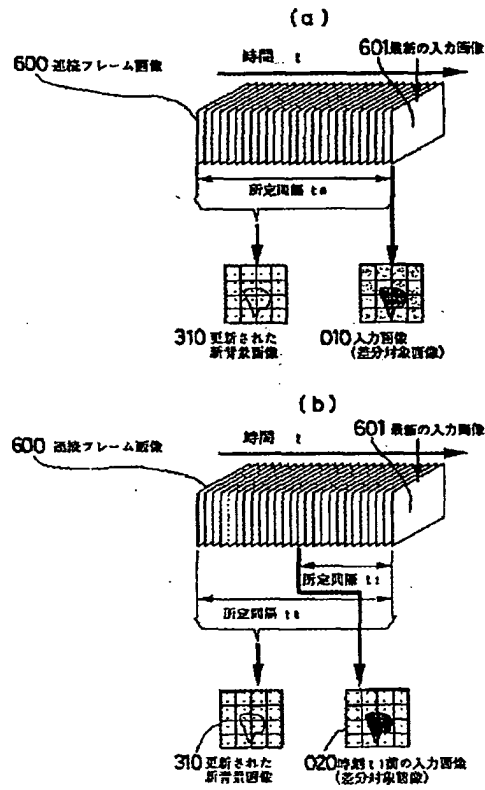
(b)



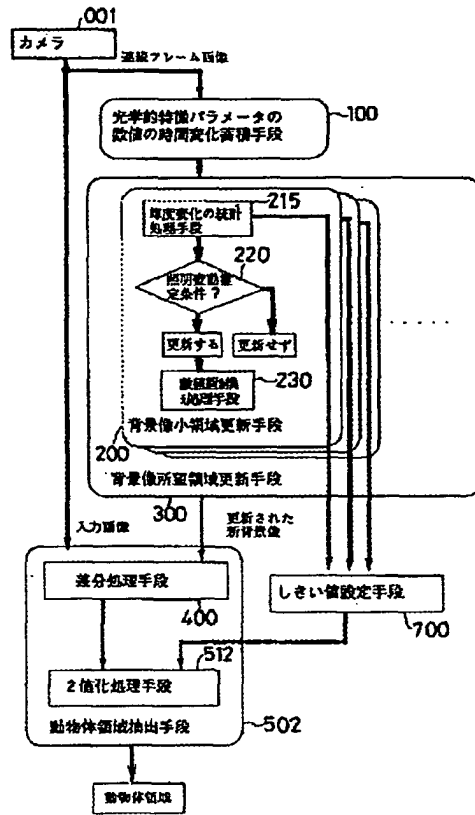
【図10】



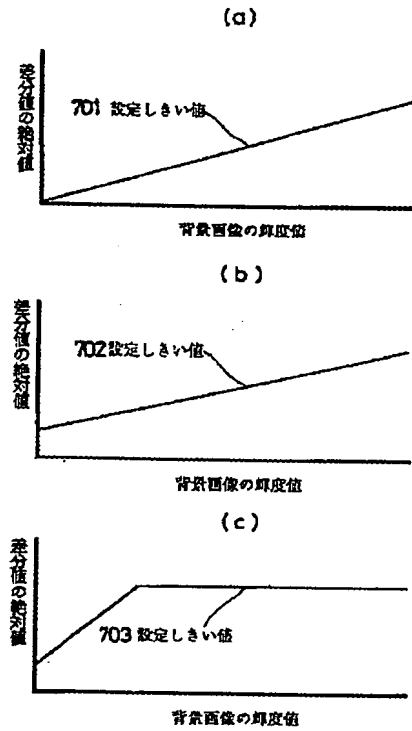
【図11】



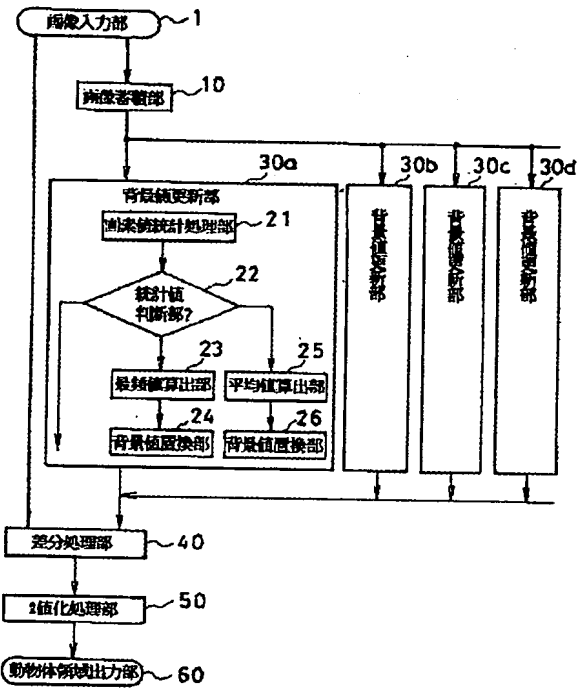
【図13】



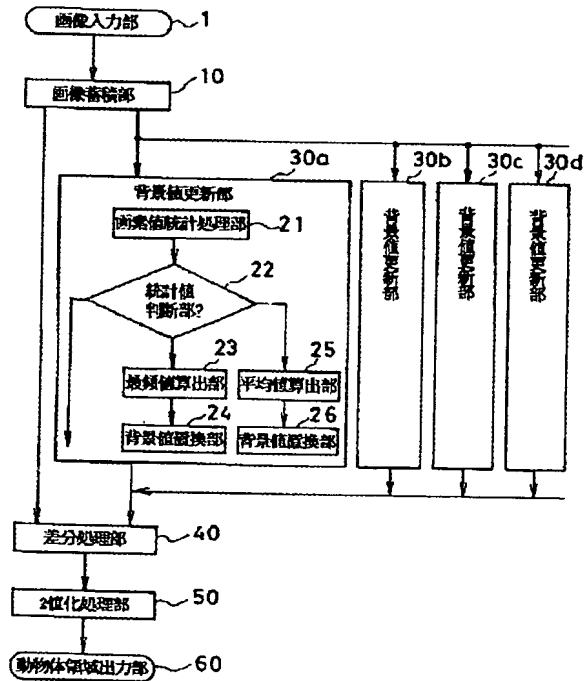
【図14】



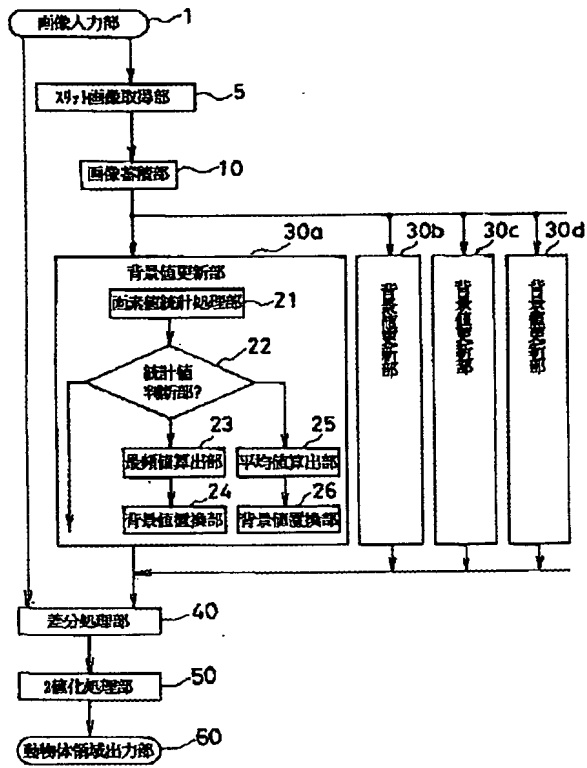
【図15】



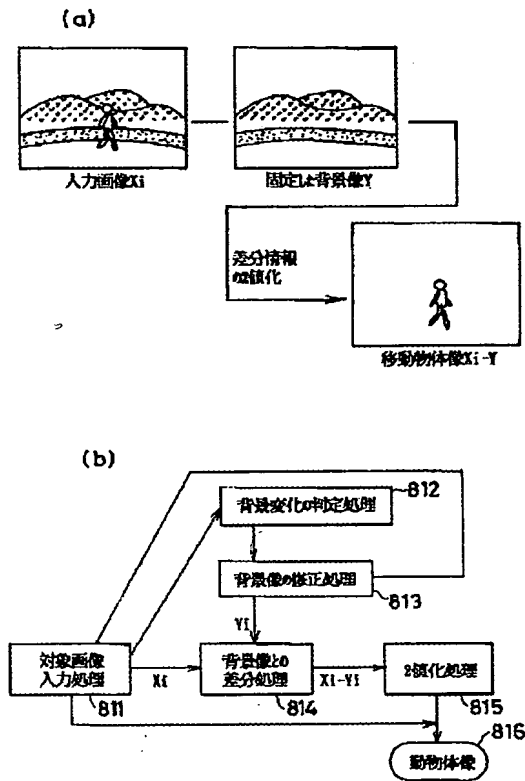
【図17】



【図16】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 健一郎  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

